

Acta Italus Hortus

Riassunti dei lavori presentati al
VI Convegno Nazionale di Viticoltura
Pisa, 4-7 luglio 2016

A cura di
Claudio D'Onofrio



Publicata dalla Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana (SOI)

Predire la quantità di flavonoidi totali nella buccia utilizzando le proprietà fisico-meccaniche dell'acino d'uva da vino

Luca Brillante¹, Federica Gaiotti¹, Lorenzo Lovat¹, Simone Vincenzi², Simone Giacosa³, Fabrizio Torchio³, Susana Río-Segade³, Luca Rolle³, René Siret⁴, Imen Zouid⁴, Diego Tomasi^{*}

¹ Centro di ricerca per l'Agricoltura e l'Analisi dell' Economia Agraria, Centro di Ricerca in Viticoltura ed Enologia, CREA-VE, Conegliano (TV)

² Centro Interdipartimentale per la Ricerca in Viticoltura ed Enologia, Università di Padova

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, ed Alimentari, Università di Torino

⁴ LUNAM Université, SFR 4207 QUASAV, UMT VINITERA, UPSP GRAPPE, Groupe ESA, Angers (Francia)

Introduzione

Una determinazione accurata della concentrazione in flavonoidi presenti nelle uve e della loro estraibilità è di cruciale importanza per l'industria vitivinicola. Diverse procedure analitiche sono state proposte, basate sulla spettrofotometria, la cromatografia, la spettrometria di massa, etc. In questo lavoro, sono riassunte le potenzialità di un altro approccio, basato sull'analisi fisico-meccanica delle uve, o "Texture Analysis" (TA). Tale tecnica analitica è stata già usata per la determinazione del contenuto in flavonoidi estraibili dei vinaccioli (Torchio *et al.*, 2012). I lavori di Brillante *et al.*, 2015a,b, di cui questa pubblicazione è un riassunto, si sono invece concentrati sulla possibilità di determinare la quantità in flavonoidi delle uve partendo dalla TA. Il lettore interessato troverà in questi articoli una trattazione estesa. Lo scopo del lavoro è stato collegare l'accumulo dei flavonoidi nella buccia ai cambiamenti fisico-meccanici degli acini durante la maturazione, e quindi tentare di predirne il contenuto in base a dati di TA.

Materiali e metodi

Per il modello multi-cultivar è stato realizzato un campionamento di uve nere da 22 varietà nella collezione sperimentale del CREA-VE, Conegliano, nel 2010/11. Gli acini sono stati calibrati per flottazione in soluzioni saline di diversa densità in modo da conservare solo quelli con un contenuto in zucchero tra

183±8 g L⁻¹ e 217±8 g L⁻¹, quindi a maturità. La TA è stata realizzata su un campione di 36 acini per ogni varietà scelti a caso, seguendo il protocollo in Letaief *et al.*, 2008. Sugli stessi acini il contenuto in flavonoidi totali è stato misurato mediante analisi chimica usando il metodo Di Stefano e Cravero 1991. Le misure di TA sono state poi mediate per gruppi di tre acini, e tale dato singolo usato per la modellazione predittiva. La modellazione è avvenuta usando alberi decisionali (AD), foreste di alberi decisionali (*random forest*, RF), gradient boosting machine (GBM), e un insieme congiunto delle ultime due tecniche. Informazioni dettagliate a riguardo possono essere trovate in Brillante *et al.* 2015a. Le variabili indipendenti usate sono state selezionate prima eliminando quelle altamente autocorrelate ($r > 0,7$) e poi usando una tecnica di selezione ricorsiva (*recursive feature elimination*) durante la costruzione dei modelli. La validazione è stata eseguita sia esternamente, tramite un test set non usato per la costruzione dei modelli, sia internamente tramite convalida incrociata (*k-fold cross-validation*, CV). Quest'ultima tecnica è stata anche usata per l'ottimizzazione dei parametri variabili nei singoli modelli.

Il modello mono-cultivar è stato realizzato singolarmente per le cultivar Mencía, Brancellao, Merenzao, e Cabernet Franc. Le prime tre cultivar sono state campionate nella Ribeira Sacra (Galicia, Spagna), mentre il Cabernet Franc nella Valle della Loira. La TA è stata effettuata su 120 acini, per i quali è stato anche determinato il contenuto in flavonoidi, seguendo gli stessi metodi usati per il modello multi-cultivar precedentemente descritto. I valori per i

* diego.tomasi@crea.gov.it

Tab. 1 - Risultati (R^2 and *Root Mean Squared Error*, RMSE) degli algoritmi di apprendimento automatico usati per i modelli multi-cultivar.

	Train RMSE	TrainR2	Test RMSE	Test R2	CV RMSE	CV R2	CV RMSE SD	CV R2 SD
AD	0.817	0.849	0.951	0.752	1.286	0.650	0.198	0.101
RF	0.419	0.965	0.729	0.836	1.071	0.754	0.148	0.063
GBM	0.364	0.971	0.745	0.836	1.074	0.753	0.147	0.058

singoli acini sono stati anche in questo caso mediati per gruppi di tre. La modellazione è stata effettuata tramite multivariate adaptive regression splines. Una convalida incrociata è stata usata per parametrizzare i modelli e validarli. Informazioni aggiuntive in Brillante *et al.* 2015b.

Risultati e discussione

Tutte le tecniche di apprendimento automatico utilizzate hanno previsto l'uso come predittori di sette tra i parametri fisico-meccanici utilizzabili: peso, coesività, masticabilità, resilienza dell'acino, elasticità, lavoro, e spessore della buccia. I risultati sono mostrati in tabella 1. GBM e RF non hanno usato i predittori nella stessa maniera, quindi si è provato a combinare le due tecniche per provare a migliorare le prestazioni. Le predizioni di GBM ed RF sono state mediate ponderandole e l'errore (RMSE) ridotto rispetto alle singole tecniche (CV RMSE = 1.05 mg g^{-1} , RMSE = 0.701 mg g^{-1} nel test set). I risultati, sebbene soddisfacenti, non consentono un utilizzo pratico per il monitoraggio dei flavonoidi totali, ad eccezione di cultivar particolarmente ricche in questi composti come il Raboso o l'Ancellotta, per riduzione dell'errore relativo. Si è ipotizzato che la relazione tra le caratteristiche fisico-meccaniche delle uve e il contenuto fenolico fosse cultivar specifico. Si è cercato di migliorare i risultati testando la convenienza di modelli cultivar specifici.

Si è incrementato il numero di dati per alcune cultivar: Mencia, Merenzao, Brancellao, Cabernet Franc. Sono stati modellati singolarmente e insieme per comparare l'efficacia dei due approcci. I modelli cultivar specifici hanno avuto prestazioni superiori al modello misto, e sono mostrati in figura 1 (dati in $\text{mg/g}_{\text{bacca}}$). Raggiungono livelli di errore tali da permetterne l'utilizzo per una stima indiretta del contenuto in flavonoidi partendo da dati di TA. È interessante notare come tra tutti i parametri TA disponibili (quindi escludendo il peso dell'acino) sia la masticabilità l'unico utile per tutte le cultivars. Tra le cultivar Cabernet Franc presenta la masticabilità media più bassa: 2.82 mJ; Merenzao la più alta: 6.55 mJ; Brancellao e Mencia valori intermedi (Br: 5.29 mJ, Me: 6.12 mJ).

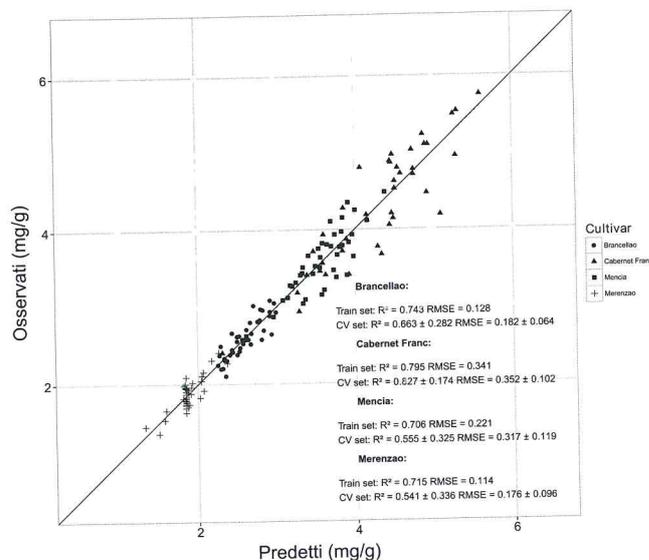


Fig. 1 - Concentrazione in flavonoidi totali osservata verso concentrazione predetta. Dati espressi in $\text{mg/g}_{\text{bacca}}$. La legenda mostra le prestazioni del modello per il train set e la convalida incrociata (CV).

Conclusione

Questo lavoro ha mostrato come le relazioni tra i parametri fisico-meccanici e il contenuto in flavonoidi nelle uve siano cultivar dipendenti, e che pertanto modelli cultivar specifici permettano di ottenere risultati superiori a modelli multi-cultivar.

Bibliografia

- BRILLANTE L., GAIOTTI F., LOVAT L., VINCENZI S., GIACOSA S., TORCHIO F., RÍO SEGADÉ S., ROLLE L., TOMASI D., 2015A. *Investigating the use of gradient boosting machine, random forest and their ensemble to predict skin flavonoid content from berry physical-mechanical characteristics in wine grapes*. *Comput Electron Agric*, 117: 186-193.
- BRILLANTE L., TOMASI D., GAIOTTI F., GIACOSA S., TORCHIO F., RÍO SEGADÉ S., SIRET R., ZOUID I., ROLLE L., 2015B. *Relationships between skin flavonoid content and berry physical-mechanical properties in four red wine grape cultivars (Vitis vinifera L.)*. *Sci Hort*, 197: 272-279
- DI STEFANO R., CRAVERO MC, 1991. *Metodi per lo studio dei polifenoli dell'uva*. *Riv di Vitic ed Enol*, 44: 37-45.
- LETAIEF H., ROLLE L., GERBI, V., 2008. *Mechanical behavior of wine grapes under compression tests*. *Am J Enol Vitic*, 59: 323-329.